

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-092718

(43)Date of publication of application : 12.04.1989

(51)Int.Cl.

G02B 27/42
G02B 27/02

(21)Application number : 62-250447

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 02.10.1987

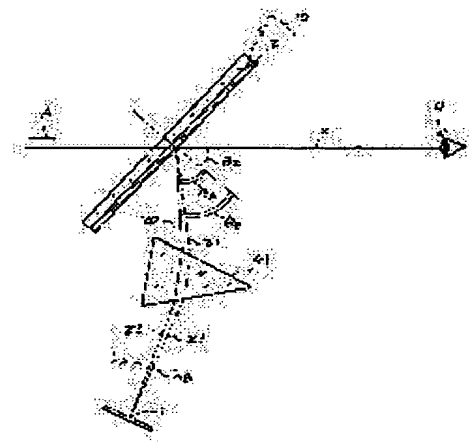
(72)Inventor : KUWAYAMA TETSUO
TANIGUCHI NAOSATO
KUSHIBIKI NOBUO
YOSHINAGA YOKO

(54) DISPLAY METHOD FOR CORRECTING CHROMATIC ABERRATION GENERATED BY DIFFRACTION GRATING OPTICAL ELEMENT, AND EXECUTING IMAGE DISPLAY BY DIFFRACTION GRATING OPTICAL ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To always observe a distinct image even when a position of a pupil is varied by utilizing a dispersing action of a transparent refractive optical element, giving an incident angle difference and an optical path length difference to a diffraction grating optical element with respect to light beams of each wavelength of a luminous flux having prescribed wavelength width and suppressing a chromatic aberration generated by the diffraction grating optical element.

CONSTITUTION: An axial chromatic aberration caused by a color dispersion generated by a diffraction grating optical element 10 is negated by an effect of a color dispersion tending in the reverse direction generated by a triangular prism 41. Also, there is a misalignment in the optical axis direction of aberration formed by a light beam 20 of wavelength λB generated by the diffraction grating optical element 10. It is correct by a misalignment of a virtual image formed position in the tendency reverse to the diffraction grating optical element 10, caused by a refractive index difference and an optical path length difference between the light beam 20 of wavelength λA and the light beam 21 of wavelength λB generated in the triangular prism 41. In such a way, the axial chromatic aberration generated by the diffraction grating optical element 10 is corrected roughly satisfactorily. Therefore, even when a pupil position has moved in the direction being orthogonal to the optical axis, a distinct image can be observed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application]

converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑬ 公開統計公報 (A) 平1-92718

④公開	平成1年(1989)4月12日
⑤分類	平成1年(1989)4月12日
⑥公開	平成1年(1989)4月12日
⑦公開	平成1年(1989)4月12日
⑧公開	平成1年(1989)4月12日
⑨公開	平成1年(1989)4月12日
⑩公開	平成1年(1989)4月12日
⑪公開	平成1年(1989)4月12日
⑫公開	平成1年(1989)4月12日
⑬公開	平成1年(1989)4月12日
⑭公開	平成1年(1989)4月12日
⑮公開	平成1年(1989)4月12日
⑯公開	平成1年(1989)4月12日
⑰公開	平成1年(1989)4月12日
⑱公開	平成1年(1989)4月12日
⑲公開	平成1年(1989)4月12日
⑳公開	平成1年(1989)4月12日
㉑公開	平成1年(1989)4月12日
㉒公開	平成1年(1989)4月12日
㉓公開	平成1年(1989)4月12日
㉔公開	平成1年(1989)4月12日
㉕公開	平成1年(1989)4月12日
㉖公開	平成1年(1989)4月12日
㉗公開	平成1年(1989)4月12日
㉘公開	平成1年(1989)4月12日
㉙公開	平成1年(1989)4月12日
㉚公開	平成1年(1989)4月12日
㉛公開	平成1年(1989)4月12日
㉜公開	平成1年(1989)4月12日
㉝公開	平成1年(1989)4月12日
㉞公開	平成1年(1989)4月12日
㉟公開	平成1年(1989)4月12日
㊱公開	平成1年(1989)4月12日
㊲公開	平成1年(1989)4月12日
㊳公開	平成1年(1989)4月12日
㊴公開	平成1年(1989)4月12日
㊵公開	平成1年(1989)4月12日
㊶公開	平成1年(1989)4月12日
㊷公開	平成1年(1989)4月12日
㊸公開	平成1年(1989)4月12日
㊹公開	平成1年(1989)4月12日
㊺公開	平成1年(1989)4月12日
㊻公開	平成1年(1989)4月12日
㊼公開	平成1年(1989)4月12日
㊽公開	平成1年(1989)4月12日
㊾公開	平成1年(1989)4月12日
㊿公開	平成1年(1989)4月12日

④発明の名称

回折格子光学素子で発生する色収差を補正し、回折格子光学素子により画像表示を行なう表示方法

②特 昭 62-250447

出 生 期 昭 62(1987)10月2日

明	桑	哲	郎	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノノ株式会社
明	谷	尚	郷	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノノ株式会社
明	引	信	男	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノノ株式会社
明	永	式		東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノノ株式会社
明	吉	限		東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノノ株式会社
明	者	有		東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノノ株式会社
明	者	者		東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノノ株式会社
明	者	者		東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノノ株式会社
明	人	者		東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノノ株式会社

一、遊覽女主人
遊覽女主人

1. 発明の名称

[illegible]

超力乐城

國立中央圖書館

表示すべしと画像情報を含む所定の波長域の光を
を回折格子光学素子に入射させ、前記回折格子光
学素子により前記画像を所定像面に形成して表示
する際、前記光の回折回折格子光学素子に至る
までの光路中に所定の分岐特性を有する回折
光学素子を配置し、前記回折光学素子に至る
分岐により、前記光束中の各波長成分の光に対し
て光路長差と前記回折格子光学素子への入射
角位置を考え、前記回折格子光学素子で発生す
る色収差を矯正して画像表示を行なうことを特徴
とする回折格子光学素子により画像表示を行なう
表示方法。

3. 説明の詳細な説明

【附分】

本誌明はレログラム葉子等の図柄格付丸字葉子を利用して図像表系を行なう表系方法に關し、特に図柄格付丸字葉子で發生する色収差を修正し、良好なる図像表系を行なう爲の表系方法に關する。

【延伸阅读】

従来から航空機や軍用車の操縦者が前方視野に
視界を向けただけのままでも視野内に情報を表示し、前方の
物体と物品情報とを重畳させた状態で視覚可能
な、防衛ヘッドアップディスプレイ装置（以下、
HUDと称す。）に関する技術が種々開示されて
いる。

米国特許 3,737,312及び 4,218,111に開示されているHVDは、図5の原理を直接供給する表示装置として特殊な蛍光管を用い、数nmの狭い波長帯を有する超発光管をホログラム反射素子で構成して画像を形成するものである。

上段に於ける如く、適用先は、

[illegible]

被受幅が狭い場合には、ヤログラム反照率計等の
回折格子光学素子で発生する色収差は極めて微小
であり、実用上問題はない。

しかしながら、回折格子光學素子を利用して図
像を形成する場合には、表示を多色化したり、
或いは解像の表示線型として通常の平面型表示
を採用すると、回折格子光學素子で発生する色収
差の為に表示画像の色がにじんだり、表示画像が
ぼけたりする。

この問題を解決する一つの手法が特開昭61-35416号公報に開示されている。

第5図は上記公開公报が示すHUDを示す説明図である。

図面において、1は感光露光の表示面であり、黄、緑、赤に対応する波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ の光を発生する。2は表示用のプログラムメモリ、表示面1に表示された情報を選択10として読出す。又、8は表示面1からの光を受けて表示用のプログラムメモリ2に相同する色選択装置を用いたプログラムメモリ2から、色選択装置の駆動信号を出力する。9は駆動装置の駆動信号を出力する。

位置を移動させる必要がある場合には、上記公開
公報のH1U1Dでは常に該明な圖像表示を行なえな
いことになる。

以上説明した様に、従来のホログラム素子等の回折格子上光素子を用いたによる投影方法では、像位置を固定しない限り明な面位を觀察することは困難であった。

(資料の調査)

本學期開始以來の問題は、國内に留め込まれたものであり、本學期の目的は回折格子光學電子で發生する地上放射線を風化に類正し、假使図が先相の圖と異なる場合には修正せよとの點までである。回折格子光學電子により國際を行ふことゝなるものがある。

回折格子光學電子を吸収することにある。

上記目的を達成する爲に、本発明の提示方法
は、表示すべき図像情報を含む所定の被長幅の光
束を回折格子光學素子に入射させ、前記回折格子

示パターンが描かれたマスクでも良い。41は光入射面に反射防止膜を形成した透明光学部材から成る三角柱プリズムであり、表示面1からの光の回折格子光学素子に運ぶまでの光路中に置かれている。

又、三角柱プリズム41を構成する光学部材は、ガラスやアクリル樹脂等から成るものであり、三角柱プリズム41の代わりに、後述する第1の光の波長の如く他の形態のプリズムやレンズ素子も使用可能である。

回折格子光学素子10の反射(回折)効率は15~30%程度であり、表示面1からの光は、光を第9の方向へ反射回折させると共に、矢印A方向に存在する第4の物体からの光を透過させ、第9方向へ他向する。又、その光学的効果は正レンズ若しくは凹面鏡と等価である。従って、図9に一致する観察者は、回折格子光学素子10が矢印A方向に形成する表示面10の表示像の拡大された虚像と矢印A方向に存在する物体を一致した状態で観察する。

20, 21として射出する。

この時、波長 λ の光23は波長 λ の光22より波長が短い。波長 λ の光23が波長 λ の光22の傾角より大きな傾角で三角柱プリズム41により屈折される。従って、波長 λ の光21の回折格子光学素子10の光入射面に対する入射角 θ は、波長 λ の光20の回折格子光学素子10の光入射面に対する入射角 θ よりも小さくなる。 $(\theta_1 < \theta_2)$

三角柱プリズム41から射出し、互いに異なる入射角 θ_1, θ_2 で回折格子光学素子10に入射する光20, 21は、夫々回折格子光学素子10で反射回折されて図8へ向う。波長 λ の光20は回折格子光学素子10により角 $180 - (\theta_1 + \theta_2)$ だけ屈折され、波長 λ の光21は回折格子光学素子10により角 $180 - (\theta_1 + \theta_2)$ だけ屈折される。夫々の光20, 21の光路が一致した状態で図8に向い、夫々の光20, 21が回折格子光学素子10に対して図9と反対側に形成する表示面10の虚像の位

置、第1図に示す光20, 21, 22, 23は表示面1の同一一位相から射出した波長 λ (20, 22), λ とは異なる波長 λ (21, 23)の光の主光線を示すものであり、第1図の光学系における物上階級光線の主光線のみを便宜上描いている。

表示面1からの表示像を有する光線は所定の波長 λ 、例えば半導体で100nmを有しており、回折格子光学素子10のより狭い半導体で例えば10~40nmに制限される。上述の通り、表示面1からの互いに波長が異なる波長 λ 、 λ なる光22, 23が第1図に示されている。又、ここでは $\lambda_1 > \lambda_2$ なる関係を有するものである。

表示面1から射出した波長 λ_1, λ_2 の光22, 23は夫々三角柱プリズム41の光入射面側面に斜入射し、屈折面側面から回折されて三角柱プリズム41中を伝播する。そして、波長 λ_1, λ_2 の光22, 23は三角柱プリズム41の光出射面側面で再度回折されて、三角柱プリズム41から光

線は一致している。第1図において、回折格子光学素子10で反射回折された光20, 21の光線は光線と一致している。

即ち、第1図に示す表示方法では、三角柱プリズム41を構成する光学部材の回折率が、波長が長い図小きくなるように波長が長い光線傾角が小さくなるのに対し、回折格子光学部材41の回折作用が波長が長い図回折角が大きくなるように作用角が大きくなるという、相反する2つの作用を利用して、回折格子光学素子10で生ずる色分散による色収差を、三角柱プリズム41で生ずる逆方向の傾角にある色分散の効果で打ち消している。

又、三角柱プリズム41などの透明屈折率光学素子の作用は、第1図に示す通り、波長 λ の光の方が長波長 λ の光より、より長い光路(長)を経て、回折格子光学素子10に到達させることにある。従って、三角柱プリズム41から射出した波長 λ の光20が形成する虚像の位置より三角柱プリズム41から射出した波長 λ の光21

が形成する虚像の位置の方が、光線Xに沿って図9に描いた方が存することになる。

これに対し、回折格子光学素子10では、光の波長が長い図傾角が短くなる傾向にある。波長 λ と傾角 θ とは、 $\theta = \lambda / \lambda$ なる関係をもつ。従って、第1図に示す回折格子光学素子10を介して2つの異なる波長 λ_1, λ_2 の光20, 21の虚像が同一位置に形成されるのは、より長い波長 λ_1 の光の傾角を、波長 λ_2 の光の傾角より短く形成する必要がある。本発明例ではこの効果を上述の三角柱プリズム41により得ている。

従って、第1図に示す表示方法によれば、回折格子光学素子10で生じる波長 λ_1 の光20と波長 λ_2 の光21が形成する虚像の光軸方向の位置ずれを、三角柱プリズム41中で生じた波長 λ_1 の光20と波長 λ_2 の光21との回折率差及び光路長さによる、回折格子光学素子10とは逆傾角の虚像形成位置の位置ずれにより修正していることになる。

利用効率が向上する為、従来より明るい画像表示が行なえ、しかも色再現も良好な鮮明な画像を容易に得る。

又、第1図に示す三角柱プリズム41の如く、メリリオン方向とサリタル方向で回折率が異なる屈折率光学素子を光路中に配置すると、この2方向の回折力の違いにより非点収差が発生する。従って、本発明例の回折格子光学素子10は三角柱プリズム41で発生する非点収差を補正する様に、メリリオン方向とサリタル方向の屈折率を調整して製作してある。この為、色収差補正を極めて簡単な方法で行なえ、共に、色の収差への影響も殆ど回避できる。尚、回折格子光学素子10の傾角距離(回折力)はメリリオン方向とサリタル方向とで独立に制御出来るので、この非点収差補正の実施には特別な努力は必要とされない。

以下、第1図に示すHUDの具体的な数値実施例を述べる。

三角柱プリズム41の傾角 θ とし、説明を

本実施例によれば、上記2つの作用により回折格子光学素子10で発生する色収差をほぼ良好に補正している。従って、図9の位置が光線Xに収束する方向へ変化しても、波長 λ の光20が形成する虚像と波長 λ の光21が形成する虚像とがずれて観察されることはない。

又、本実施例では収差用の回折格子光学素子10の色収差補正の為に、三角柱プリズム41の傾角を回折格子光学素子を有してあり、容易に95%以上の透過率を得ることが出来る。表示面1からの光を有効に利用して、明るい虚像表示を行なえる。

図5図に示した波長の色収差補正用のホログラム素子では、各波長(例えば波長 λ_1, λ_2)の光に対して均等に回折効率を上げることが図9であり、素子の性能上光利用効率が悪い。又、回折素子の傾角の色の再現性にも問題が生じ易い。

しかしながら、透明屈折率光学素子を利用して色収差補正を行なう本発明によれば、上述の通り光

容易にする為、波長 λ の光20, 22と波長 λ の光21, 23の三角柱プリズム41に対する入射角と出射角が等しいと仮定する。これにより光 λ の光20, 22と21, 23の傾角に対しては最小傾角を有する配置が設定される。

ここで $\lambda_1 = 0.58756 \mu\text{m}$ (d線)、 $\lambda_2 = 0.54807 \mu\text{m}$ (e線)とし、三角柱プリズム41の材質をBK7のガラスとした場合、BK7の波長 λ に対する屈折率は $N_d = 1.51633$, $N_e = 1.51825$ となる。

従って、第1図に示す波長 λ の光20と波長 λ の光21との傾角 θ 及び波長 λ の光22と波長 λ の光23との傾角 θ は 0.76° となる。

この時、回折格子光学素子10の光入射面の面内傾角 θ を $4.41 \mu\text{m}$ とすれば、回折格子光学素子10に対して入射角 $\theta = 4.5^\circ$ で入射する波長 λ の光22と入射角 $\theta = 4.4^\circ$ で入射する波長 λ の光23は、

回折格子光学素子10の光入射面の法線に対して
矢々 θ 、 $=35^\circ$ の角度を成す方向へ回折され
る。

同様にして、三角柱プリズム4.1の頂角を7.6°とし、その材質にポリスチレンを用いる場合、 $N_s = 1.59160$, $N_i = 1.59615$ となり、 $\theta_s = 4.3^\circ$, $\theta_i = 4.4$, 1.66 として、図9格子光学素子10の光入射面の面内格子定数 a を、 $a = 4.0 \mu\text{m}$ とすれば、波長 λ_s , λ_i , レズ角 θ_s , θ_i は、 $\theta_s = 3.4$, 1° になる。

第2図は本発明の表示方法の第1変形例を示す、HUDの経路構成図である。

同図において、4.2は同図に於ける球面 Π を、 Π を部分的に切断して成る断面を素子であり、通常の球面 Π の内外の区分のみを水素原子に設定し、光入射面に政府防止膜が形成してある。又、図中の他の符号は第1図のと同様を示す。又、図中の他の符号は第1図のと同様を示す。

スリヤに在る三つの國の實業第一圖、はてして

$n_1 = 1.49$, $n_2 = 1.4920507$ 。
クリルを用い、 d 級に対する級数距離 f を
 $f_1 = 50 \text{ mm}$, e 級に対する級数距離 f_2 を
 $f_2 = 49.79199 \text{ mm}$ 、回折格子光学素子
10 の級数距離 $f = 1300 \text{ mm}$ とし、
回折格子光学素子 10 と光学素子 42 の主点距離
 $\overline{e} = 46.0 \text{ mm}$ に設定して 2 つの光学素子
10, 42 の合成級数距離 $P = 1500 \text{ mm}$ を
とる。このとき、 d 級及び e 級により形成される級数は第
二級となる。

第2図の實地例では、光字素子42を片面1個、片素子42を形成しているが、片素子42を形成して6個。

第3圖は本発明の表示方法の第2変形例を示す。
H1Dの図略相座標である。

問題において、50は四角数のメーカス
レンズを部分的に切断した光学部材43の凹面
に光学部材44を形成した屈折光学素子であ
り、光学部材43の凸面に反射防止膜が形成され
て、この面が光入射面の方を兼ねている。

441の代わりにしーヌの一番から成る光字素子442を使用し、前述した補正原理に基づいて回折性光字素子10で発生する色収差、特に青上色収差を補正している。

又、本試験例のH.U.D.によれば、表示面1の表示は一旦光電子4・2で拡大された後、更に回折格子光電子10で拡大されて、回折格子光電子4・2の10の逆方矢印A方向に十分拡大された位置で形成される。そして、これと同時に、光電子4・2の分散作用と色に対する屈折力差（波長差）とよ、光電子2・21の間に生じる光散長後）により、回折格子光電子10で発生する輪上色収差が補正される。

物に水素原子が42のレインズ作用によれば、糖工
色を致し、即ち水素原子方向に出た短長1.0
光20による短長の短長短と短長1.0の光21
による短長の短長短とを良好に一致させ、
口8の水短に短長短短短短短短短短短短短
常に観察可能な状態を観察することから出る。

例えば、光学素子42の材質として屈折率

又、図中の他の符号は第2図の実際の例で示している。

第3図において、表示面1からの波長 λ_1 、の光2, 2, 2は光学素子50に光学屈折率 λ_1 の凸面4, 3の凸面から入射し、屈折を受け、光学屈折率 λ_1 の凸面4, 3の凸面より反射されて再度光学屈折率 λ_1 の凸面4, 3の凸面より反射される。この時、 $\lambda_1 > \lambda_2$ なる屈折率差 λ_1 の光2, 3は光学素子4, 3の凸面における屈折角が、波長 λ_1 の光2, 3より大きくなり、又、光学素子50中を伝播する波長 λ_1 、 λ_2 の

光222、23の間に光面が付与される為、
銅板に銅板同様の色面を正位置に落す、
光線が50から射出した状態1、光20と被
写光、光21が回折格子光線系10を介して
形成する位相位置は一様する。
従って、図9の光線Xに直交する方向への位置
差が生じ、観察者は常に斜視で明るい面を
観察出来る。

本実験例のHUDによれば、光学部材43の
凹面を反射としていて、レンズの一端である

光学素子4・3を光源中で2回使用することにはな
る。従って、例えば第2図の光学素子4・2に代わ
て光学素子5・0を挿入化し、磁束化することが可
能である。又、第3図から明らかな様に、図4
4・4は光路を折り返す折り返しという構造を
備えており、これにより全体として小型のHUD
を構成することが可能だけでなく、表示範囲1に
必要な文字等を特長に磁束し又書き込み等をもつ。

又、本実験例の光学電子50は、反材料44が光学界面43の凹面に形成され、この凹面が凸面鏡の役割を果たしているが、この凸面鏡の反材特性は反射の法則により波長に依存するものではない。従って、この凸面鏡は波長依存性のない散乱と同じ一様な散乱の電子を光学電子50で捕捉でき、光学部材43の凸面の曲率が自ずから光学電子42の凸面の曲率より大きくなる。

このため、国定した光子50の屈折力の減衰特性を利用して屈折格子光子素子10の減衰特性を

図)で全反射される。そして、再度直角プリズム45中を屈折して次に底材口48により反射されて、再び直角プリズム45の斜面に向かう(光22, 23)ここで、互いに異なる波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 は直角プリズム45の斜面で λ_1 の光22, 23は直角プリズム45の斜面で反射が共に互いに異なる角度で屈折され、光学素子50から射出する。

光學電子60から射出した被膜11、の光210と被膜11、の光211は、互いに異なる入射角で回折格子光学電子10の光入射面に入射すると共に、矢々の光20、21には所定の光路長が与えられている。従って、被膜12の光路長と同様、光学電子80の磁場配型を適宜設定することにより、回折格子光学電子10で発生する色収差を補正して、被膜11、の光20と被膜11、の光21が回折格子光学電子を介して形成する像の位置を一致させることができる。

出って、本実例例においても、翌日の校區が光

特國年1-92718 (6)

色収率を補正する場合に、波長による焦点距離の
変化、即ち屈折力の変化が増大し、色収差補正に
対する作用が起まる。

第4図は本発明の表示方法の第3の図形例を示すHVDの磁気構成図である。

同図において、80は直角プリズム45と反射
面46から成る回折光学素子であり、直角プリズ
ム45の互いに直交する2つの面の内、面積が大
きい方の面に反射面46を形成して反射面とし、
残りの一面を光入射面としている。そして光入射
面には反射防止膜が形成されている。一方、直角
プリズム45の斜面には光出射面と全反射面の区
別の線性を与えており、夫々斜面の異なる部分に
てその領域を分組しており、又、図中の他の符号
は第1図乃至第3図の実施例で示す符号と同一の
材料を示す。

図示面 1 からの波長 λ_1 の光 25 と波長 λ_2 ($\lambda_1 > \lambda_2$) の光 24 は、直角プリズム 45 の

又、本家協判のH.U.D.によれば、近角プリズム45°の傾面における全反射と反射角48°による、反射により入射光を多量反射させている為、例えば第一圖に示すプリズムと同一の傾斜（光学的作用）を小型のプリズムで果たすことが出来たのである。更に表示図1を近似又は近似させた形状を繰るものが可能である。従つて本家協判のH.U.D.によれば全体の小型化を図ることが容易である。

以上、第2図力強形4図で示した名産強形について、回折条件を第10の巻数強形正用条件として説明所を第42、50、60巻数を用いているのは、極めて近い光利用効率で放射線からのもにより強い放射線が出来る。

又、上記各表如何で示すHUDを本両時の情報表示素子として使用する場合は、図折板子先学素子10を本両のフロントガラスに埋め込んだ形態として使用する。

そして、図表面 1 に形成する型示は不図示の
図像図解発生手段からの図像符号に依りて行なわ

れる。

又、上記各異相板では透過上に準位位相型
ホログラムを形成した回折格子光学素子を用いて
いるが、透過上にレリーフを形成した位相型
ホログラムの使用も可能であり、このレリーフ
位相型ホログラムは透過性が良くHUDの低照度
化に寄与する。

(発明の効果)

以上、本発明の表示方法によれば、透明回折光
学素子の分岐作用を利用して所定の被成像物をす
る光線の被成像の光に対し回折格子光学素子への
入射角と光路長さを与え、回折格子光学素
子で発生する色収差を抑えることが出来る。

従って、各被成像物は回折格子光学素子を介し
て同一位置に被成像の像を形成する為、図の位置
が変化した場合でも常に鮮明な図像を被成像出
る。

又、従来のホログラム素子等を利用した色収差
補正法に比べ、光の利用効率が格段に向上し、
又、被成像の鮮明性も良好である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の表示方法の一例を説明する
ヘッドアップディスプレイの概略構成図。
第2図乃至第4図は本発明の表示方法の第1至
第3図乃至第2図の概略構成図。
第5図は従来のヘッドアップディスプレイを示
す概略構成図。

1...表示面

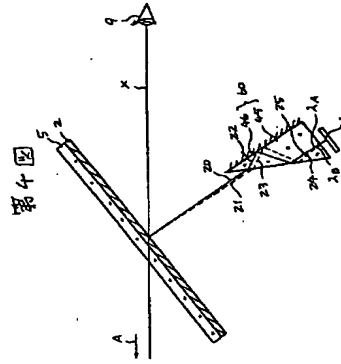
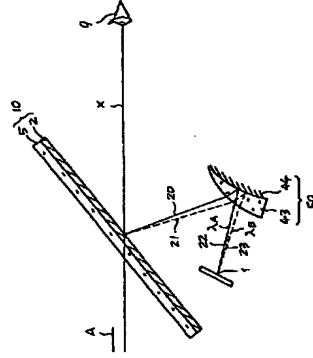
9...図(図板等)

10...回折格子光学素子

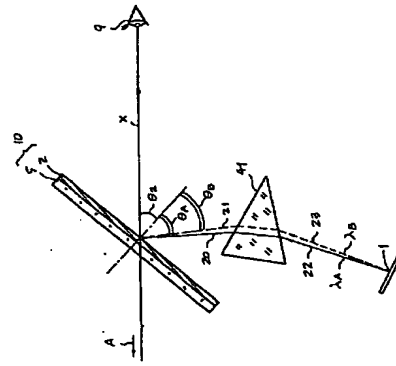
4.1, 4.2, 5.0, 6.0...色収差補正用の回折
光学素子。

出願人 キヤノン株式会社
代理人 丸島 誠一

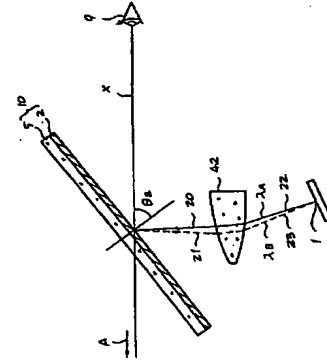
第3図



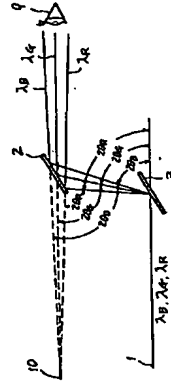
第1図



第2図



第5図



D

**An English Translation of Relevant Portions of
Japanese Patent Application Laid-Open No. H1-92718**

- (10) Japan Patent Office (JP)
(11) Patent Application Laid-Open
(12) Publication of Patent Application Laid-Open (A) No. H1-92718
(51) Int. Cl.⁴ G02B 27/42
27/02
In-House Ref. No. 8105-2H
A-8105-2H
(43) Laid-Open on April 12, 1989
Request for Examination: Yet to be Made
Number of Inventions: 1 (8 Pages in Total)
-

(54) Title of the Invention

Method of displaying an image by use of a diffraction grating optical element while correcting the chromatic aberration produced by the diffraction grating optical element

- (21) Application Filed as No. S62-250447
(22) Application Filed on October 2, 1987
(72) Inventor: KUWAYAMA Tetsuo, c/o Canon Inc.,
30-2, Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku, Tokyo
(72) Inventor: TANIGUCHI Naosato, c/o Canon Inc.,
30-2, Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku, Tokyo
(72) Inventor: KUSHIBIKI Nobuo, c/o Canon Inc.,
30-2, Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku, Tokyo
(72) Inventor: YOSHINAGA Yoko, c/o Canon Inc.,
30-2, Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku, Tokyo, Japan
(71) Applicant Canon Inc., 30-2, Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku, Tokyo
(74) Agent MARUSHIMA Giichi, Patent Attorney

SPECIFICATION

1. Title of the Invention

Method of displaying an image by use of a diffraction grating optical element while correcting the chromatic aberration produced by the diffraction grating optical element

2. Claim

A method of displaying an image by use of a diffraction grating optical element by shining onto the diffraction grating optical element a light beam including information of an image to be displayed and having a predetermined wavelength width so that the diffraction grating optical element images the image on a predetermined image surface, wherein a refractive optical element having predetermined dispersion characteristics is disposed in an optical path along which the light beam reaches the diffraction grating optical element so that dispersion caused by the refractive optical element produces in different wavelength components of the light beam different optical path lengths and different angles of incidence relative to the diffraction grating optical element in such a way as to correct chromatic aberration produced by the diffraction grating optical element.

3. Detailed Description of the Invention

[Field of the Invention]

The present invention relates to a method of displaying an image by use of a diffraction grating optical element such as a hologram element, and more particularly to a method of displaying an image whereby the chromatic aberration produced by a diffraction grating optical element is corrected to obtain satisfactory image quality.

[Prior Art]

Conventionally, various techniques have been proposed in connection with so-called head-up display apparatuses (hereinafter referred to as HUDs) that permit the operator of an aircraft or vehicle to view information in his field of view while keeping his line of sight directed to the field of view extending in front of him so that the operator can observe an object located in front and the displayed information in a form superimposed on each other.

United States Patents Nos. 3,737,212 and 4,218,111 disclose HUDs that employ a special fluorescent tube as a display apparatus for directly supplying image information and that form an image by imaging an imaging beam having a wavelength range as narrow as several nm by use of a hologram reflective element.

As in the HUDs disclosed in the patents mentioned above, so long as the light beam used has a narrow wavelength range, the chromatic aberration produced by a diffraction grating optical element such as a hologram reflective element is negligibly small for practical

application.

However, when an image is displayed by use of a diffraction grating optical element, if colored display is attempted, or if a common inexpensive fluorescent tube is used as the aforementioned display apparatus, the chromatic aberration produced by the diffraction grating optical element causes bleeding of colors in or blurring of the displayed image.

One method for solving this problem is disclosed in Japanese Patent Application Laid-Open No. S61-35416.

Fig. 5 is a diagram illustrating the HUD disclosed in the publication mentioned just above.

In the figure, reference numeral 1 represents the display surface of a fluorescent tube or the like which produces light of wavelengths λ_B , λ_G , and λ_R corresponding to blue, green, and red. Reference numeral 2 represents a display hologram element that forms a virtual image 10 of the information displayed on the display surface 1. Reference numeral 3 represents a chromatic aberration correction hologram element that receives the light from the display surface 1 and directs it to the display hologram element 2. Reference numeral 9 represents the eye of an observer, which coincides with the entrance pupil of the optical system shown in Fig. 5.

The light of wavelengths λ_B , λ_G , and λ_R emanating from a predetermined object point on the display surface 1 strikes the correction hologram element 3, which diffracts light of different wavelengths in different directions. The light of wavelengths λ_B , λ_G , and λ_R then strikes the display hologram element 2, which diffracts and thereby reflects the light to direct it to the entrance pupil 9. Here, the display hologram element 2 also diffracts light of different wavelengths λ_B , λ_G , and λ_R in different directions. Thus, the positions at which the light of different wavelengths λ_B , λ_G , and λ_R respectively form virtual images appear to be approximately coincident (at the position of the virtual image 10) as observed from the position of the pupil 9 shown in the figure.

However, with the method of correcting chromatic aberration shown in Fig. 5, when the position of the pupil 9 moves in a direction perpendicular to the optical axis (corresponding to the optical path of the light of wavelength λ_G in Fig. 5), longitudinal chromatic aberration causes the images displayed by the light of different wavelengths λ_B , λ_G , and λ_R to be observed at positions deviated along the optical axis. Thus, in a case where the observation position needs to be varied laterally over a distance of a maximum of 250 mm as

with the driver of a car, the HUD disclosed in the aforementioned publication does not always display a sharp image.

As described above, with a conventional method of displaying an image by use of a HUD employing a diffraction grating optical element such as a hologram element, it is difficult to achieve observation of a sharp image unless the position of the pupil is restricted.

[Summary of the Invention]

An object of the present invention is to provide a method of displaying an image by use of a diffraction grating optical element whereby the longitudinal chromatic aberration produced by the diffraction grating optical element is satisfactorily corrected so as to permit observation of a sharp image even when the position of the pupil moves in a direction perpendicular to the optical axis.

To achieve the above object, according to the present invention, a method of displaying an image includes shining onto a diffraction grating optical element a light beam including information of an image to be displayed and having a predetermined wavelength width so that the diffraction grating optical element images the image on a predetermined image surface, wherein a refractive optical element having predetermined dispersion characteristics is disposed in the optical path along which the light beam reaches the diffraction grating optical element so that the dispersion caused by the refractive optical element produces in different wavelength components of the light beam different optical path lengths and different angles of incidence relative to the diffraction grating optical element in such a way as to correct the chromatic aberration produced by the diffraction grating optical element.

Other features and advantages of the present invention will be described specifically in the embodiments described below.

:
:
:

4. Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a diagram showing an outline of the construction of a head-up display as an example of the method of displaying an image according to the invention.

Figs. 2 to 4 are diagrams each showing an outline of the construction of a head-up display, as first and second modified examples of the method of displaying an image according to the invention.

Fig. 5 is a diagram showing an outline of the construction of a conventional head-up display.

- 1 display surface
- 9 pupil (observer)
- 10 diffraction grating optical element
- 41, 42, 50, 60 refractive optical element for correction of chromatic aberration